

名山县不同土壤类型下有机碳组成和季节性变化研究

陈梦棋, 彭滔 (重庆师范大学, 重庆 401331)

摘要 [目的]为西南地区茶园的合理施肥和管理方式提供科学依据。[方法]采用重铬酸钾容量法-外加加热法,测定四川省名山县茶园3种土壤的有机碳组成。[结果]名山县茶园土壤有机质含量较低,为12.01~15.50 g/kg。其中,腐殖酸总碳占有有机质总碳的28.58%~34.30%,活性有机碳占总碳的41.67%~51.86%。[结论]对比春、夏、秋三季有机碳和其他形态碳,特点为总量随着季节波动,但波动幅度小,季节间差异不显著。

关键词 土壤类型;有机碳;季节动态

中图分类号 S152.7⁺4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)33-11707-04

Study on Composition and Seasonal Dynamic of Organic Carbon in Different Soil Type of Mingshan County

CHEN Meng-qi, PENG Tao (Chongqing Normal University, Chongqing 401331)

Abstract [Objective]The research aimed to provide the scientific basis for reasonable fertilization and management in tea gardens. [Method]The organic matter content in three soil types from tea gardens in Mingshan County was determined by external heating method and potassium dichromate volumes. [Result]The organic matter content was low in Mingshan tea garden soils, ranging from 12.01 to 15.50 g/kg. The degree of humic acid in organic carbon ranged from 28.58% to 34.30%, and the soil labile organic varied between 41.67% and 51.86%. [Conclusion]The organic matter content fluctuated with season dynamics. By contrasting, the content of organic carbon doesn't have significantly positive correlation with season dynamics.

Key words Soil types; Organic carbon; Seasonal dynamics

土壤有机碳是土壤肥力的重要物质基础,也是土壤肥力的重要指标。研究表明,在无障碍因素条件下,土壤有机质含量在一定范围内与作物产量呈正相关,说明土壤有机质含量与土壤肥力间有密切关系^[1]。土壤有机质包括腐殖质和非腐殖质。土壤腐殖质是有机残体腐解过程中形成的一类复杂的高分子化合物,是土壤有机质的主要部分^[2]。按传统的方法,大体可分为胡敏酸(HA)、富啡酸(FA)。胡敏酸溶于碱溶液而不溶于酸,富啡酸既溶于碱又溶于酸^[3]。土壤腐殖质的含量和性质也是反映土壤肥力状况的重要指标。土壤活性有机碳指在一定时空条件下,受植物、微生物影响强烈、具有一定溶解性、在土壤中移动较快、不稳定、易氧化、分解、易矿化,其形态、空间位置对植物、微生物来说活性比较高的那一部分土壤碳素^[4]。文炯等^[5]研究了土壤活性有机质及其与土壤养分的关系,得出活性有机质能够更准确、更实际地反映土壤肥力和土壤物理性质的变化,指示各种有机物的矿化率、土壤的综合活力水平,能用于综合评价各种耕作方式对土壤质量的影响,为农业的可持续发展提供理论依据。黄黎英等^[6]对不同地质背景下土壤溶解有机碳含量的季节动态及其影响因子进行研究,得出季节变化对土壤有机碳含量具有显著影响。

该研究通过分析3种茶园土壤的有机碳组成和季节性变化,充分了解名山县茶园土壤的肥力状况,对茶园土壤养分肥力现状进行评价,为茶树的合理施肥和管理方式提供科学依据,对科学用地、合理施肥、提高茶叶产量和品质有极其重要的指导意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

作者简介 陈梦棋(1989-),女,河南郑州人,硕士研究生,研究方向:水土保持与荒漠化治理。

收稿日期 2014-10-15

N 29°58'~30°16'、E 103°2'~103°23'之间。该县属中纬度内陆热带湿润气候,气候温和,雨量充沛,年均气温15.5℃,年均降水量1519.9 mm,年均降雨日数212 d,降水多集中在6~9月,占全年降水量的72.6%,年均蒸发量1029.6 mm,全年相对湿度平均82%,地温全年平均为17.5℃(0 cm)和17.1℃(5 cm)。地势西北高,东南低,地形地貌以台状丘陵为主,蒙顶、莲花、总岗三山环列,形若“U”状,海拔557~1456 m,其中海拔650 m以下的浅丘平坝占总面积的22.1%,丘陵台地占61.2%,海拔800 m以上的低山16.7%,名山县出露地层较新,以第四纪和白垩纪为主,土壤以水稻土、紫色土和黄壤为主。

1.2 研究方法

1.2.1 土壤样品采集。在雅安市名山县分春、夏、秋3个茶叶采摘季节采集黄壤、酸性紫色土、漂洗水稻土样本。每种土壤选择空间不同的3个茶园作为采样地,每次按“S”路线取5个采样点混合样,采样深度为0~20 cm土层。3个季节共采集土样27个。土壤风干后磨细过筛,孔径分别为10、60和100目。

1.2.2 土壤性质的测定分析。土壤有机碳的测定采用重铬酸钾容量法外加加热法。土壤腐殖质的测定采用焦磷酸钠提取重铬酸钾法。土壤活性有机碳的测定选用袁可能法^[7]。

2 结果与分析

2.1 不同土壤类型有机碳组成

2.1.1 有机碳。土壤有机质是土壤有机物的主体,包括各种动植物残体以及微生物及其生命活动的各种有机产物。从表1可以看出,名山县地区漂洗水稻土、黄壤、酸性紫色土土壤有机总碳量为12.01~15.50 g/kg,3种土壤有机碳总量差异小;其中,漂洗水稻土的变幅最大,为9.43~23.17 g/kg,平均值15.50 g/kg,标准差为4.61,变异系数为0.30,与黄壤达到显著水平($P < 0.05$);而黄壤的变幅为7.88~15.02

g/kg,平均值为12.01 g/kg,标准差为1.94,变异系数为0.16;酸性紫色土的变幅为9.95~18.08 g/kg,平均值为12.38 g/kg,标准差为2.36,变异系数为0.19。

2.1.2 腐殖质(胡敏酸碳+富里酸碳)。漂洗水稻土腐殖质碳含量介于2.58~8.49 g/kg之间,平均值为5.32 g/kg,标准差为1.85,变异系数为0.35,与黄壤达到显著水平($P < 0.05$);黄壤腐殖质碳含量介于2.71~5.33 g/kg之间,平均值为4.00 g/kg,标准差为1.04,变异系数为0.26;酸性紫色土腐殖质碳含量介于2.82~5.62 g/kg之间,平均值为3.54 g/kg,标准差为0.85,变异系数为0.24。

漂洗水稻土胡敏酸碳含量介于0.76~1.85 g/kg之间,平均值为1.30 g/kg,标准差为0.43,变异系数为0.32;黄壤胡敏酸碳含量介于0.19~0.94 g/kg之间,平均值为0.67 g/kg,标准差为0.27,变异系数为0.40;酸性紫色土胡敏酸碳含量介于0.28~0.76 g/kg之间,平均值为0.52 g/kg,标准差为0.15,变异系数为0.28。

漂洗水稻土富里酸碳含量介于0.97~6.64 g/kg之间,平均值为4.02 g/kg,标准差为1.66,变异系数为0.41;黄壤富里酸碳含量介于1.94~5.04 g/kg之间,平均值为3.34 g/kg,标准差为1.02,变异系数为0.31;酸性紫色土富里酸碳含量介于2.28~5.15 g/kg之间,平均值为3.02 g/kg,标准差为0.89,变异系数为0.29。

2.1.3 活性有机碳。漂洗水稻土腐活性有机碳含量介于5.08~9.53 g/kg之间,平均值为6.46 g/kg,标准差为1.36,变异系数为0.21;黄壤活性有机碳含量介于5.51~7.10 g/kg之间,平均值为6.23 g/kg,标准差为0.44,变异系数为0.07;紫色活性有机碳含量介于2.82~5.62 g/kg之间,平均值为6.06 g/kg,标准差为1.22,变异系数为0.20。

表1 不同土壤类型有机碳组成 g/kg

土壤类型	统计指标	有机碳	腐殖质	胡敏酸碳	富里酸碳	活性有机碳
漂洗水稻土	最大值	23.17	8.49	1.85	6.64	9.53
	最小值	9.43	2.58	0.76	0.97	5.08
	平均值	15.50	5.32	1.30	4.02	6.46
	占全碳比例//%	100.00	34.30	8.36	25.93	41.67
	标准偏差	4.61	1.85	0.42	1.66	1.36
	变异系数	0.30	0.35	0.32	0.41	0.21
黄壤	最大值	15.02	5.33	0.94	5.04	7.10
	最小值	7.88	2.71	0.19	1.94	5.51
	平均值	12.01	4.00	0.67	3.34	6.23
	占全碳比例//%	100.00	33.35	5.55	27.79	51.86
	标准偏差	1.94	1.04	0.27	1.02	0.44
	变异系数	0.16	0.26	0.40	0.31	0.07
酸性紫色土	最大值	18.08	5.62	0.76	5.15	8.57
	最小值	9.95	2.82	0.28	2.28	4.48
	平均值	12.38	3.54	0.52	3.02	6.06
	占全碳比例//%	100.00	28.58	4.23	24.36	48.97
	标准偏差	2.36	0.85	0.15	0.89	1.22
	变异系数	0.19	0.24	0.28	0.29	0.20

3种类型土壤组成方面有以下特点:腐殖质总碳量在3.54~5.32 g/kg之间,占有机质总碳的28.58%~34.30%,

其中富啡酸碳在3.02~4.02 g/kg之间,占总碳的24.36%~27.79%,胡敏酸碳在0.52~1.30 g/kg之间,占总碳的4.23%~8.36%;活性有机碳总量在6.06~6.46 g/kg之间,占总碳的41.67%~51.86%。从土壤类型的有机碳组成来看,有机碳总量高低表现为漂洗水稻土>酸性紫色土>黄壤;腐殖酸总碳含量表现为漂洗水稻土>黄壤>酸性紫色土,其中,富啡酸碳含量和胡敏酸含量均表现为漂洗水稻土>黄壤>酸性紫色土;活性有机碳含量表现为漂洗水稻土>黄壤>酸性紫色土。

2.2 土壤有机碳的季节性动态

2.2.1 有机质。从图1可以看出,名山县3种土壤有机碳总量随季节性变化不同。酸性紫色土有机碳总量从春季到秋季呈降低的趋势,春季14.15 g/kg降低为秋季10.85 g/kg,降低23.34%;黄壤有机碳总量从春季到秋季呈升高的趋势,春季10.80 g/kg升高为秋季13.72 g/kg,升高27.10%;漂洗水稻土有机碳总量从春季到夏季降低,而夏季到秋季升高,由春季17.78 g/kg到夏季13.70 g/kg变化为秋季15.02 g/kg,总体降低15.55%。

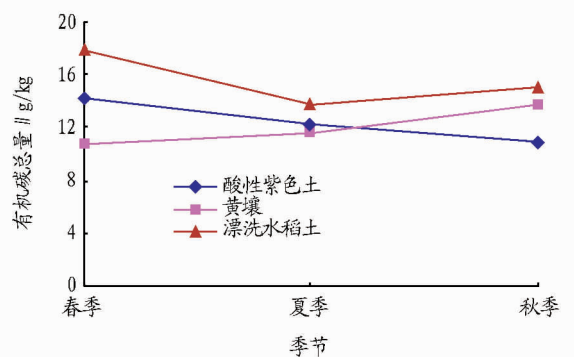


图1 不同土壤类型有机碳总量季节性变化

2.2.2 腐殖质(胡敏酸+富里酸)。从图2可以看出,名山县3种土壤腐殖质总量随季节性变化不同。土壤腐殖质总量从春季到夏季降低,夏季到秋季呈升高的趋势,酸性紫色土由春季4.26 g/kg到夏季3.10 g/kg变化为秋季3.26 g/kg,总体降低23.47%;黄壤由春季3.88 g/kg到夏季3.02 g/kg变化为秋季5.11 g/kg,总体升高24.07%;漂洗水稻土由春季6.12 g/kg到夏季4.35 g/kg变化为秋季5.48 g/kg,总体降低10.46%。

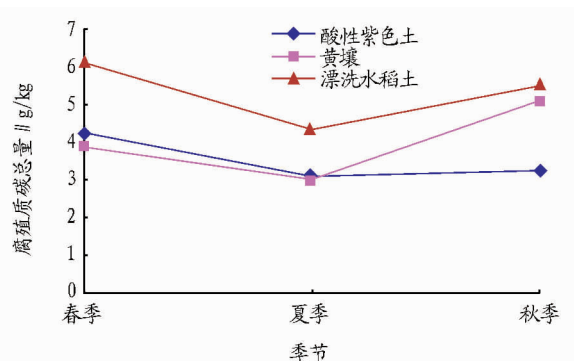


图2 不同土壤类型腐殖质总量季节性变化

从图3可以看出,名山县3种土胡敏酸总量随季节性变化不同。酸性紫色土胡敏酸总量从春季到秋季呈升高趋势,由春季0.42 g/kg升高为秋季0.64 g/kg,升高34.38%;黄壤胡敏酸总量从春季到夏季降低,从夏季到秋季升高,由春季0.77 g/kg到夏季0.51 g/kg变化为秋季0.72 g/kg,总体降低6.49%;漂洗水稻土胡敏酸总量从春季到夏季升高,从夏季到秋季降低,由春季1.33 g/kg到夏季1.44 g/kg变化为秋季1.12 g/kg,总体降低15.79%。

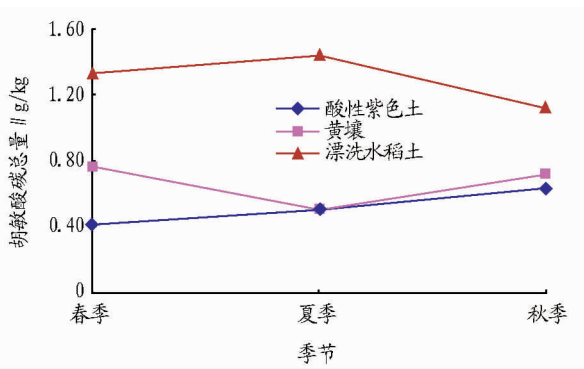


图3 不同土壤类型胡敏酸总量季节性变化

从图4可以看出,名山县3种土壤胡富里总量随季节性变化不同。土壤富里酸总量从春季到夏季降低,从夏季到秋季呈升高的趋势,酸性紫色土由春季7.05 g/kg到夏季5.44 g/kg变化为秋季5.70 g/kg,总体降低19.15%;黄壤由春季3.11 g/kg到夏季2.51 g/kg变化为秋季4.39 g/kg,总体升高29.16%;漂洗水稻土由春季4.79 g/kg到夏季2.91 g/kg变化为秋季4.36 g/kg,总体降低8.98%。

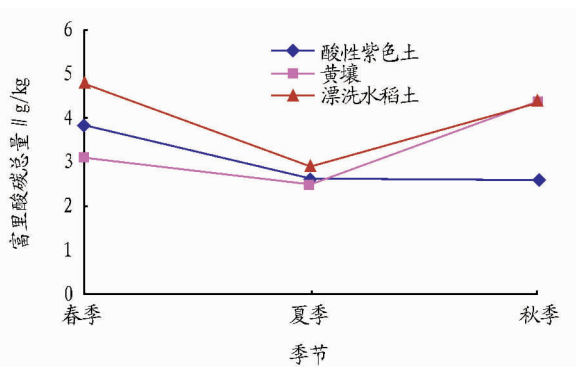


图4 不同土壤类型富里酸总量季节性变化

2.2.3 活性有机碳。从图5可以看出,名山县3种土壤腐殖质总量随季节性变化不同。土壤活性有机碳总量从春季到夏季降低,夏季到秋季呈升高的趋势,酸性紫色土由春季7.05 g/kg到夏季5.44 g/kg变化为秋季5.70 g/kg,总体降低19.15%;黄壤由春季6.60 g/kg到夏季5.91 g/kg变化为秋季6.18 g/kg,总体降低6.36%;漂洗水稻土由春季7.17 g/kg到夏季5.91 g/kg变化为秋季6.30 g/kg,总体降低12.13%。

3 结论与讨论

用重铬酸钾容量法-外加加热法测定名山县茶园3种土壤的有机碳组成。研究表明,名山县茶园土壤有机质含量处于较低水平,在12.01~15.50 g/kg之间。腐殖酸总碳占有

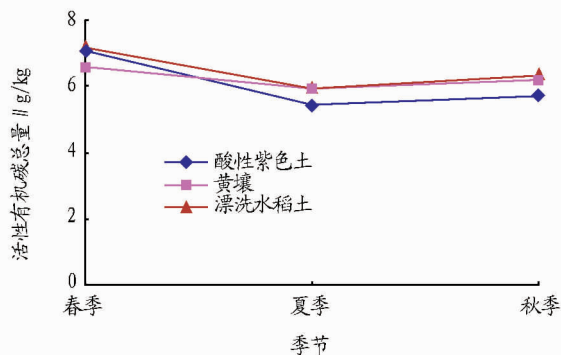


图5 不同土壤类型活性有机碳总量季节性变化

有机质总碳的28.58%~34.30%,活性有机碳占总碳的41.67%~51.86%。研究还表明,名山县3种土壤有机碳总量和其他形态的碳总量随着季节波动,春秋季含量较高,夏季较低,总体上看,波动幅度小,季节间差异不显著。

3.1 土壤有机碳组成 土壤总有机碳、活性有机碳等受多种因素的影响,并处于动态变化之中。目前,我国对茶园土壤有机质的研究比较深入。王凯荣等^[8]对湖南山区茶园土壤的肥力状况进行研究,发现高产茶园耕层土壤有机质平均含量大于30 g/kg,是低产或较低产茶园的2倍以上。陈婵婵等^[9]对陕南茶园土壤有机质含量进行研究,结果表明陕南茶园土壤有机质含量整体水平较高,部分茶园含量较高,平均值高达168.98 g/kg。李倩等^[10]对崂山茶园土壤有机质研究结果表明,崂山茶园有机质含量变化为5.15~21.67 g/kg,平均为12.96 g/kg,有机质变异程度虽大,但含量总体处于较低水平,仅16.7%茶园高于全国平均值^[11]。从该次测定结果来看,名山县茶园土壤有机碳含量较低,在12.01~15.50 g/kg之间,达不到优质高产茶园的要求(高产茶园土壤有机质含量一般要求为20.0 g/kg以上)。这与名山茶园管理者施肥不重视有机肥的投入有关。随着茶树树龄的增加,茶园土壤有机质含量逐年较低,基本不能满足树体的生长发育,导致树势衰弱,进一步影响茶叶品质。因此,亟需改变名山茶园土壤施肥方法。持续施用有机肥,控制茶园产量,是提高茶园土壤有机质含量的最佳措施。

腐殖化度是衡量茶园土壤有机质品质和腐殖质积累程度的标志之一。研究表明,名山3种土壤腐殖酸占土壤总碳的28.58%~34.30%,均处于低水平^[12]。马立锋等^[13]报道了苏、浙、皖三省茶园最适宜茶树生长的土壤由1990~1991年的59.4%下降到1998年的20.3%。当前我国不同类型茶园土壤肥力已明显地向越来越低的方向发展。而茶园土壤肥力的酸降低无疑对茶树的生长和茶叶的品质安全和产量产生了严重的影响。因此,要采取一定措施,调整茶园肥力,为无公害茶叶生产基地建设提供保证。

活性有机质并不是一种单纯的化合物,是土壤有机质中具有相似特性即较高有效性的那部分有机质。Whitbread等^[14]认为,活性有机质包括众多游离度较高的有机质,如植物残茬、根类物质、真菌菌丝、微生物量及其渗出物如多糖等。Johns等^[15]认为,活性有机质是能够被微生物利用作为

能源、碳源的土壤有机质。Blair等^[16]指出,活性有机质是土壤中易氧化分解的有机质。不同研究者对活性有机质的测定方法和所指有机质的部分不尽相同,但都可在不同程度上反映有机质的有效性,指示土壤有机质或土壤质量。研究还表明,名山县3种土壤活性有机碳占土壤总碳的41.67%~51.86%,均处于较高水平^[17]。由此可知,名山土壤肥力良好,有利于作物的生产。

近年来,土壤中化肥的投入量稳中有升,而有机肥的投入量有逐渐降低的趋势^[18],造成土壤中有有机质含量持续降低。因此,加大有机肥的投入,提高土壤有机质含量十分必要。适量施有机氮对茶树的产量和品质都有较好的促进作用,但氮肥施用过量不仅会使茶叶品质降低,而且会造成环境污染,危害人体健康。适量施用有机肥是显著提高土壤有机质含量的有效措施^[19],对科学用地、合理施肥、可持续发展、提高茶叶产量和品质有极其重要的指导意义。

3.2 有机碳的季节变化 研究表明,研究区域内土壤有机碳含量与季节有一定的关系。土壤有机碳总量随季节的变化不显著,不同类型土壤之间亦不显著。酸性紫色土有机碳总量从春季到秋季呈降低的趋势,降低23.34%;黄壤有机碳总量从春季到秋季呈升高的趋势,升高27.10%;漂洗水稻土有机碳总量从春季到夏季降低,而夏季到秋季升高,总体降低了15.55%。不同的气候条件如温度、水分等因素制约着不同类型土壤有机碳总量和组成,名山县6~9月份雨量较多,温度高,湿度大,有机碳总量随雨量呈负相关。同时,水热条件、土壤特性在很大程度上决定着微生物的生物量及其活动,从而影响着有机质在土壤中的分解速率。Burke等^[20]在美国中部大平原草地的研究表明,土壤有机碳含量随降雨量和土壤黏粒含量增加而增加,随温度增加而降低。Nicholls^[21]在美国南部大平原的研究认为,土壤有机碳含量与土壤黏粒含量呈正相关,而降雨量的影响很小。相关研究显示,陆地土壤碳密度一般随降雨增加而增加,在相同降雨量时温度和碳密度呈负相关,温度和降雨的综合作用决定了陆地土壤碳密分布的地理地带性^[22-24]。有资料表明,温度、湿度影响着土壤有机质的含量、组成和性质,土壤的呼吸强度与温度呈正比^[25]。Summerell等^[26]研究表明,在5~30℃的范围内,禾本科秸秆在土壤表面覆盖和埋入土壤中的物质残留比例等与温度有着明显的负相关关系,气温较低地区的土壤有机质周转时间要比气温较高地区的长,有利于土壤有机质的积累。在0~30℃范围内,温度每升高10℃,土壤有机质的最大分解速率提高2~3倍^[27]。王淑平等^[28]对包括东北草甸草原、内蒙古高原草甸草原、典型草原、荒漠草原在内的IGBP中国东北样带(NECT)的研究表明,土壤有机碳含量与降水量之间呈显著正相关,温度对有机碳总量的影响较复杂,而适宜的温度有利于土壤有机碳的积累,否则对有机碳的积累具有负效应。

参考文献

- [1] 熊田恭.土壤有机质化[M].李庆荣,等,译.北京:科学出版社,1988:240.
- [2] 李学垣.土壤化学[M].北京:高等教育出版社,2001:19-49.
- [3] 李云峰.土壤腐殖质的研究[D].杭州:浙江农业大学,1996:34-43.
- [4] 沈宏,曹志洪,胡正义.土壤活性有机碳的表征及其生态效应[J].生态学杂志,1999,18(3):32-38.
- [5] 文炯,罗尊长,李明德,等.土壤活性有机质及其与土壤养分的关系[J].湖南农业科学,2009(1):57-60.
- [6] 黄黎英,曹建华,周莉,等.不同地质背景下土壤溶解有机碳含量的季节动态及其影响因子[J].生态环境,2007,16(4):1282-1288.
- [7] 袁可能.土壤有机矿质复合体研究.土壤有机矿质复合体腐殖质氧化稳定性的初步研究[J].土壤学报,1963,3(11):286-293.
- [8] 王凯容,惠惠群.山区茶园土壤肥力性状及其对茶叶产量和品质的影响[J].茶叶,1994,20(1):13-17.
- [9] 陈婵娟,肖斌,余有本,等.陕南茶园土壤有机质和pH值空间变异及其与速效养分的相关性[J].西北农林科技大学学报,2009,37(1):182-188.
- [10] 李倩,丁兆堂,王玉,等.崂山茶园土壤养分水平与年变化动态研究[J].中国农学通报,2009,25(13):119-123.
- [11] 韩文炎,阮建云,林智,等.茶园土壤主要营养障碍因子及系列茶树专用肥的研制[J].茶叶科学,2002,22(1):70-74.
- [12] 宋木兰,钱晓蓉.苏皖南部球龄茶园土壤的腐殖质组成及性质的研究[J].南京农业大学学报,1986,4(4):75-85.
- [13] 马立锋,石元值,阮建云.苏、浙、皖茶园土壤pH状况及近十年来的变化[J].土壤通报,2000,31(5):205-207.
- [14] WHITBREAD A M, LEFROY R D, BAND BLAIR G. A survey of the impact of cropping on soil physical and chemical properties in north-western New South Wales[J]. Australian Journal of Soil Research, 1998, 36(4): 669-681.
- [15] JOHNS M M, SKOGLEY E O. Soil organic matter testing and labile carbon identification by calbol D ceousresin capsules[J]. Soil Science Society of American Journal, 1994, 58: 751-758.
- [16] BLAIR G J, LEFROY R D B, LISLE L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 1995, 46(7): 1459-1466.
- [17] DALAL R C, MAYER R J. Long-term trends in fertility of soils under conditions cultivation and cereal cropping in southern Queensland VI: Loss of total nitrogen from different particle size and density fractions[J]. Australian Journal of Soil Research, 1987, 25(5): 83-93.
- [18] 高祥照, 马文奇, 崔勇, 等. 我国耕地土壤养分变化与肥料投入状况[J]. 植物营养与肥料科学, 2000, 6(4): 363-369.
- [19] 牛灵安, 郝晋珉. 盐渍化土壤肥力演变规律研究[J]. 土壤通报, 2001, 32(1): 41-45.
- [20] BURKE I C, YONKER C M, PONTON W J. Texture climate and collations effects on soil organic matter content in U. S. Grassland soils[J]. Soil Sci Soc Am, 1989, 53: 800-805.
- [21] NICHOLS J D. Relation of organic carbon to soil properties and climate in the southern Great Plains[J]. Soil Sci Soc Am J, 1984, 48: 1382-1384.
- [22] 苏永中, 赵哈林. 土壤有机碳储量影响因素及其环境效应的研究进展[J]. 中国沙漠, 2002, 22(3): 220-228.
- [23] 潘根兴, 曹建华, 周运超. 土壤碳及其在地球表层系统碳循环中的意义[J]. 第四纪研究, 2000, 20(4): 325-334.
- [24] 王绍强, 刘纪远. 土壤蓄积量变化的影响因素研究现状[J]. 地球科学进展, 2002, 17(4): 528-534.
- [25] BUYANOVSKY G A, WAGNER G H, GANTZER C J. Soil Respiration in a Winter Wheat Ecosystem[J]. Soil Sci Soc Am J, 1986, A50: 338-344.
- [26] SUMMERELL B A, BURGESS L W. Decomposition and chemical composition of cereal straw L. W[J]. Soil Bio & Biochem, 1989, 21: 50-55.
- [27] 吴金水. 中国南方土壤肥力与植物施肥[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 28-37.
- [28] 王淑平, 周广胜, 吕育财, 等. 中国东北样带(NECT)土壤碳、氮、磷的梯度分布及其与气候因子的关系[J]. 植物生态学报, 2002, 26(5): 513-516.